PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/6730'
H01L 21/3065	A1	(43	8) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. November 2000 (09.11.00
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE (22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 2000 ((81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (ATBE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LUMC, NL, PT, SE).
(30) Prioritätsdaten: 199 19 469.6 29. April 1999 (29.04.99)	1	DE	Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassene Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderunge
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, Stuttgart (DE).	ROBE D-704	RT 142	eintreffen.
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAERMER, Franz Witikoweg 9, D-70437 Stuttgart (DE). SCHILI [DE/DE]; Seelenbachweg 15, D-73525 Schwäbise (DE). ELSNER, Bernhard [DE/DE]; Karl-Joos-S D-70806 Kornwestheim (DE).	P, And ch Gm	irea Und	

- (54) Title: METHODS FOR PLASMA ETCHING SILICON
- (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM PLASMAÄTZEN VON SILIZIUM

(57) Abstract

The invention relates to methods for the plasma etching, notably the anisotropic plasma etching, of laterally defined structures in a silicon substrate using a process gas. According to the invention before and/or during etching at least one passivating material is deposited at least temporarily on the side walls of laterally defined structures. According to a first method at least one compound chosen from the group comprising CIF₃, BrF₃ or IF₅ is added to the process gas as fluorine—yielding etching gas. According to a second method NF₃ is at least temporarily added to the process gas as an additive which consumes the passivating material. According to a third method, a light and readily ionized gas, notably H₂, He or Ne, is at least temporarily added to the process gas. The above three methods can also be combined.

(57) Zusammenfassung

Es werden Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat unter Verwendung eines Prozessgases vorgeschlagen. Dabei wird vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden. In einem ersten Verfahren wird vorgeschlagen, dem Prozessgas als fluorliefemdes Ätzgas mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe C1F3, BrF3 oder IF5 zuzusetzen. In einem zweiten Verfahren wird dem Prozessgas zumindest zeitweilig als das passivierende Material verzehrendes Additiv NF3 zugesetzt. Schliesslich wird ein einem dritten Verfahren dem Prozessgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht ionisierbares Gas, insbesondere H2, He oder Ne, zugesetzt. Die drei vorgeschlagenen Verfahren können auch kombiniert werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

ΑL	L Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
A١	M Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
Α'I	T Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
Αt	U Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	sz	Swasiland
AZ	Z Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	A Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BE	B Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BI	E Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BI		GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
В	G Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	J Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA.	Ukraine
В	R Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
В	Y Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
C	A Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
C	F Zentralafrikanische Repub	olik JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
C	G Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
C	H Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
C	I Côte d'Ivoire	KР	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neusceland	zw	Zimbabwe
C	M Kamerun		Korea	PL	Polen		
C	N China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
С	CU Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
C	Z Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
D	E Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
D	K Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
E	E Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		
l .							

5

Verfahren zum Plasmaätzen von Silizium

10

15

20

25

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von Silizium nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

Aus DE 197 06 682 C2 ist ein Verfahren zum anisotropen Hochratenplasmaätzen von Silizium bekannt, wobei zur Seitenwandpassivierung als passivierendes Material SiO₂ verwendet wird, das aus dem Zusatz von SiF₄ und O₂ zur eigentlichen Ätzchemie von SF₆ gebildet wird. Gleichzeitig werden dem Ätzgas als SiO₂-verzehrende Additive ("Scavenger") kontinuierlich oder getaktet CHF₃, CF₄, C₂F₆ oder C₄F₈ zugesetzt, um auf dem Strukturgrund befindliches SiO₂ selektiv abzutragen.

Ein weiteres Hochratenätzverfahren für Silizium wird beispielsweise in DE 42 41 045 C2 vorgeschlagen, wobei eine hochdichte Plasmaquelle mit induktiver Hochfrequenzanregung (ICP-Quelle) oder einer speziellen Mikrowellenanregung (PIE-Quelle) dazu benutzt wird, um aus einem fluorliefernden Ätzgas Fluorradikale und aus einem teflonbildende Monomere liefernden Passiviergas (CF₂)_x - Radikale freizusetzen, die ein

WO 00/67307

PCT/DE00/00821

teflonartiges, passivierendes Material bilden, wobei Ätzund Passiviergas alternierend eingesetzt werden.

- 2 -

Schließlich ist aus der Anmeldung DE 43 17 623 Al bekannt, ein Gemisch aus SF_6 oder einem anderen fluorliefernden Ätzgas und CHF_3 oder einem anderen, teflonartige Monomere bildenden Passiviergas, einem hochdichten Plasma auszusetzen, so daß die Fluorradikale den Siliziumstrukturgrund ätzen und gleichzeitig die teflonartige Monomere ein passivierendes Material auf den Strukturseitenwänden bilden, und somit für ein anisotropes Verhalten des Ätzprozesses sorgen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bestehende Plasmaätzverfahren für Silizium dahingehend zu verbessern, daß durch Einsatz neuer Prozeßgase höhere Ätzraten, geringere Profilabweichungen beim Ätzen und eine bessere Umweltverträglichkeit des Prozeßgases gewährleistet sind.

Vorteile der Erfindung

20

25

30

5

10

15

Die erfindungsgemäßen Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß damit eine Verbesserung der Profilkontrolle und eine höhere Ätzrate bei Plasmaätzverfahren von Silizium, insbesondere bei anisotropen Hochratenplasmaätzverfahren, erreicht wird. Gleichzeitig sind die eingesetzten Prozeßgase insbesondere hinsichtlich des Treibhauseffektes wesentlich umweltverträglicher als bisher eingesetzte Ätzgase oder Additive und damit auch langfristig verfügbar.

Weiterhin werden bei der Verwendung der fluorliefernden Ätzgase ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 schon bei relativ geringer Plasmaanregung große Fluormengen freigesetzt, so daß diese sehr ef-

fizient hinsichtlich der Anregung und der erreichten hohen Siliziumätzraten sind und gleichzeitig nur geringe Anforderungen an den Leistungsbedarf einer beispielsweise induktiven Plasmaquelle oder einer Mikrowellen-Plasmaquelle stellen. Weiterhin ist sehr vorteilhaft, daß insbesondere ClF3 beim Zerfall zu ClF oder BrF3 beim Zerfall zu BrF leichter und in größerer Zahl Fluorradikale freisetzt, als das bekannte SF_6 über dessen vorrangigen Zerfallskanal zu SF_4 . Überdies benötigt die Reaktion von ClF_3 zu ClF und $2F^*$ bzw. BrF3 beim Zerfall zu BrF und 2F auch eine sehr viel geringere Aktivierungsenergie als die Reaktion von SF $_6$ zu SF $_4$ und 2F'. Somit treten infolge geringerer benötigter Hochfrequenz- bzw. Mikrowellenleistungen an der Plasmaquelle zur Erzeugung der benötigten großen Fluorradikalmengen dort sehr vorteilhaft auch weniger Störeffekte auf, die im weiteren die erzeugten Ätzprofile beeinträchtigen könnten.

5

10

15

20

25

30

Weitere Vorteile resultieren aus der Tatsache, daß bei Verwendung von Interhalogenfluoriden als fluorliefernde Ätzgase keine Schwefelausscheidungen im Abgasbereich der Ätzanlage auftreten können, die andernfalls beseitigt bzw. unterdrückt werden müssen.

Schließlich sind insbesondere ClF_3 und BrF_3 chemisch instabil und hydrolisieren an Luft mit der Luftfeuchtigkeit leicht zu HF und HCl bzw. HBr. Daher entsteht mit diesen Verbindungen oder Gasen kein Treibhauseffekt, so daß ihre großtechnische Verfügbarkeit unter Umweltgesichtspunkten auch langfristig gesichert ist, was beispielsweise für SF_6 nicht uneingeschränkt gilt.

Das als das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein teflonartiges Material, verzehrende Additiv im Prozeßgas zeitweilig eingesetzte NF_3 hat gegenüber aus dem Stand der

Technik bekannten Additiven auf Basis von Fluor-Kohlenstoff-Verbindungen den Vorteil, daß ein wesentlich stärkerer Abtrag von dielektrischen Schichten, die den Strukturgrund maskieren, erreicht wird, so daß dieses im jeweiligen Plasmaätzverfahren in gegenüber bekannten Additiven deutlich geringerer Menge eingesetzt werden muß und damit auch insgesamt geringere negative Auswirkungen auf den Gesamtprozeß, insbesondere hinsichtlich einer damit zwangsläufig verbundenen Verdünnung der übrigen aktiven Reaktanten, hat.

10

15

5

Weiter hat das Additiv NF_3 im Gegensatz zu Fluorkohlenwasserstoffen (CHF_3 , CF_4 , C_3F_6 , C_4F_8 , C_2F_6 usw.) dank schwacher Hydrolysewirkung eine relativ kurze Lebensdauer an Luft, so daß ebenfalls kein Treibhauseffekt auftritt. NF_3 wird in der Atmosphäre bereits nach kurzer Zeit durch Luftfeuchtigkeit gebunden. Im Gegensatz zu den als Treibhausgasen wirkenden Fluorkohlenwasserstoffen ist also auch hier die großtechnische Verfügbarkeit langfristig gesichert.

20

25

30

Die Zugabe eines leichten und leicht ionisierbaren Gases, d.h. eines Gases mit geringer Atommasse, wie He, H₂ oder Ne, aus dem leicht positiv geladene Ionen erzeugbar sind, zu dem Ätzgas hat den Vorteil, daß damit Aufladungseffekte, die sich insbesondere an Übergängen zwischen dem elektrisch leitfähigen Silizium und elektrisch isolierenden Dielektrika, die beispielsweise als Maskenmaterial oder vergrabene Opferschichten verwendet werden, störend bemerkbar machen, erheblich vermindert werden. Somit wird eine deutliche Profilverbesserung der erzeugten Ätzprofile, insbesondere beim Übergang von Silizium auf eine vergrabene Oxidschicht, eine Polymerstoppschicht oder am Maskenrand, d.h. am Übergang von der dielektrischen Maskierschicht (Photolack oder Hartstoffmaske aus SiO₂) zu dem zu ätzenden Silizium, erzielt.

Dieser Aufladungseffekt beruht darauf, daß negativ geladene Elektronen, die ungerichtet auf die Waferoberfläche einwirken, vorzugsweise auf den Seitenwänden der zu ätzenden Struktur landen, so daß die Seitenwände relativ zum Ätzgrund negativ aufgeladen werden. Innerhalb des elektrisch leitfähigen Siliziums sind diese Elektronen weitgehend frei beweglich, während auf dem elektrisch isolierenden Ätzgrund befindliche positiv geladene Ionen dort fixiert sind. Insgesamt ziehen somit die beweglichen Elektronen in die Übergangszone zwischen Silizium und Dielektrikum, so daß dort große elektrische Feldstärken entstehen, die im stationären Fall schließlich dazu führen, daß im Mittel genausoviele Ionen zur Seitenwand gelangen, wie zuvor Elektronen, weil sie von entsprechend großen elektrischen Feldern zur Seitenwand abgelenkt werden. Dieser Effekt ist als "Notching Phänomen" in die Literatur eingegangen und führt zur Ausbildung großer, in die Seitenwand eingeätzter Taschen.

5

10

15

20

25

30

Die Zugabe eines leichten, leicht ionisierbaren Gases wie beispielsweise He vermindert diese Taschenbildung sehr vorteilhaft erheblich.

Ein anderes Problem, das auf elektrische Aufladungseffekte zurückzuführen ist, und das durch die Zugabe des leichten, leicht ionisierbaren Gases ebenfalls gelöst wird, tritt am oberen Maskenrand auf. Die Oberfläche einer dielektrischen Maskierschicht auf dem Siliziumwafer wird durch sogenanntes "Self-Biasing" vielfach als Folge einer an einer üblichen Substratelektrode angelegten hochfrequenten Spannung negativ aufgeladen ("DC-Bias"). Diese Aufladung erklärt sich aus der unterschiedlichen Beweglichkeit von Elektronen und Ionen, d.h. um im Zeitmittel genausoviele der unbeweglicheren Ionen wie der hochbeweglichen Elektronen zur Oberfläche zu ziehen, muß sich dort eine negative elektrische Vorspannung aufbau-

en. Wird nun in den Öffnungen einer Maskierschicht in das Silizium hineingeätzt, führen diese Aufladungen der Oberfläche gegenüber der neu erzeugten Siliziumseitenwand zur Konzentration von Elektronen im Übergang von Silizium zur dielektrischen Maskierschicht. Durch Ionenablenkung werden daher verstärkt Ionen in diesen oberen Teil des geätzten Siliziumtrenchgrabens gelenkt, was dort ebenfalls zur Ausbildung von Profilunregelmäßigkeiten oder Taschen führt. Schließlich hat die Zugabe eines leichten, leicht ionisierbaren Gases zu dem Ätzgas den Vorteil, daß der aus DE 42 41 045 bekannte Seitenwandfilmtransportmechanismus dahingehend verbessert wird, daß mehr Polymerabtrag vom Ätzgrund und weniger Polymerabtrag von den Seitenwänden erfolgt, die Selektivität also verbessert wird.

15

5

10

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

So ist es besonders vorteilhaft, daß die erfindungsgemäßen

25

20

Verfahren auch untereinander kombiniert werden können, wobei die Vorteile der einzelnen Verfahren jeweils weitgehend erhalten bleiben. Im übrigen kann es vorteilhaft sein, dem Ätzgas, dem das passivierende Material bildenden Gas, insbesondere dem SiF_4 , dem Additiv oder einem als Reaktionspartner verwendeten Gas wie beispielsweise Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid oder einem Stickoxid zusätzlich zur Verdünnung Argon zuzusetzen.

30

Insgesamt hängt bei den beschriebenen Mechanismen die Größe der elektrischen Felder, die benötigt werden, um das dynamische Gleichgewicht zwischen Ionen- und Elektroneneinfall herzustellen, unmittelbar davon ab, wie leicht sich ankommende Ionen durch elektrische Felder ablenken lassen. Es ist daher offensichtlich, daß relativ schwere Ionen erst durch

- 7 -

WO 00/67307

relativ große Felder abgelenkt werden, während relativ leichte Ionen schon bei relativ kleinen Feldstärken abgelenkt werden und den Ladungsausgleich vollziehen können. Durch das Einbringen einer Ionensorte von kleiner Atommasse wird insofern sehr vorteilhaft erreicht, daß sich nur noch kleine Feldstärken in den beschriebenen Bereichen aufbauen und bereits bei diesen kleinen Feldstärken genügend viele der leichten Ionen so abgelenkt werden, daß sie den Ladungsausgleich vollziehen können.

PCT/DE00/00821

10

15

5

Die ebenfalls im Ätzverfahren, beispielsweise als ionisierte Moleküle oder Molekülbruchstücke des Ätzgases oder Additives, auftretenden schweren Ionen werden aufgrund ihrer Masse und damit verbundenen Trägheit von diesen elektrischen Feldern nicht mehr abgelenkt, sondern fliegen ungehindert durch bis zum Ätzgrund, wo sie vorteilhaft beispielsweise eine Ätzreaktion oder einen Ätzgrundpolymerabtrag vorantreiben können. Es findet somit durch die Zugabe des leichten, leicht ionisierbaren Gases insgesamt sehr vorteilhaft eine Trennung zwischen leichten Ionen, welche den Ladungsausgleich durchführen, und schweren Ionen statt, welche vorzugsweise auf den Ätzgrund einwirken.

25

30

20

Neben dem Edelgas Helium als leichtes Gas ist bei einigen Plasmaätzprozessen auch die Verwendung von Wasserstoff (H_2) vorteilhaft, sofern dieser mit der Prozeßchemie verträglich ist. Wasserstoff hat als Molekül in ionisierter Form eine Atommasse von lediglich 2 und dissoziert überdies im Plasma besonders leicht zu positiv geladenen Atomen mit der Atommasse 1.

- 8 -

Ausführungsbeispiele

5

10

15

20

25

30

Das erste Ausführungsbeispiel geht zunächst vom einem anisotropen Plasmaätzprozeß mit einer hochdichten Plasmaquelle, beispielsweise einer ICP-Plasmaquelle, einer ECR-Plasmaquelle oder einer PIE-Plasmaquelle aus, wie er aus DE 197 06 682 C2 bekannt ist.

Anstelle des dort eingesetzten fluorliefernden Ätzgases SF₆ oder NF₃ wird jedoch dem Prozeßgas als Ätzgas in einem ersten Ausführungsbeispiel gasförmiges Chlortrifluorid ClF₃, Bromtrifluorid BrF₃ oder Iodpentafluorid IF₅ oder eine Mischung dieser Gase zugesetzt. Bevorzugt wird Chlortrifluorid oder Bromtrifluorid eingesetzt, das direkt über einen Massenflußregler zugeführt werden kann, da es einen ausreichend hohen Dampfdruck besitzt. Im Fall der Verwendung von flüssigen Bromtrifluorid wird zu dessen Überführung in die Gasphase dessen Temperatur vorzugsweise auf oberhalb von 20°C gehalten. Es ist dabei weiter möglich, zusätzlich in an sich bekannter Weise ein inertes Trägergas, beispielsweise Argon, beizumischen. Anstelle von Argon kann auch Helium verwendet werden.

Weiter werden die aus DE 197 06 682 C2 bekannten SiO_2 -verzehrenden Additive (CHF3, CF4, C_2F_6 usw.) durch Stickstofftrifluorid NF3 ersetzt, das dem Prozeßgas kontinuierlich oder bevorzugt getaktet zugesetzt wird. Dieses Additiv dient insbesondere einer beschleunigten Entfernung des passivierenden Materials vom Ätzgrund.

 NF_3 zerfällt unter nicht zu intensiver Plasmaanregung, d.h. typischen ICP-Anregungsbedingungen, vorrangig in radikalische Bruchstücke NF_x (mit $x=1,\ 2$), welche äußerst aggressiv gegenüber dielektrischen Materialien reagieren und somit

beispielsweise gegenüber SiO_2 , SiN, SiO_xN_y (Siliziumoxyni-trid) oder teflonartigen Materialien als sehr effiziente abtragende Reaktionspartner wirken.

- 9 -

Die dabei gleichzeitig freigesetzten Fluormengen aus der Dissoziation von NF3 fallen gegenüber den Fluormengen aus den fluorliefernden Ätzgasen, beispielsweise ClF3 oder BrF3, kaum ins Gewicht und tragen außerdem zur Siliziumätzreaktion bei.

Die Passivierung der Strukturseitenwände im Prozeß wird gegenüber der Lehre der DE 197 06 682 C2 unverändert durch den zumindest zeitweiligen Zusatz von SiF $_4$ und einem Reaktionspartner, ausgewählt aus der Gruppe O $_2$, N $_2$ O, NO, NO $_x$, CO $_2$, NO oder N $_2$ zu dem Prozeßgas erreicht. Bevorzugt ist Sauerstoff.

Hinsichtlich der weiteren Prozeßparameter (insbesondere Gasflüsse, Prozeßdrücke, Ionenenergie und eingestrahlte Plasmaleistungen), sei auf die entsprechenden, bereits aus DE 197 06 682 C2 bekannten Parameter verwiesen, die weitgehend beibehalten werden können.

Eine bevorzugte Zusammensetzung des Prozeßgases ausgehend von dem aus DE 197 06 682 C2 bekannten Verfahren ist beispielsweise, durch folgende Rezepturen gegeben:

60 sccm ClF_3 + 50 sccm O_2 + 50 sccm SiF_4 + 70 sccm He + 5 sccm NF_3 bei konstanter Zugabe, 20 mTorr Druck, 1000 Watt Hochfrequenzleistung bei einer Frequenz von 13.56 MHz an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

oder:

5

10

15

20

25

5

10

15

20

25

30

WO 00/67307 PCT/DE00/00821

100 sccm BrF_3 + 50 sccm O_2 + 50 sccm SiF_4 + 70 sccm He; zusätzliche Zugabe von 30 sccm NF_3 periodisch alle 30 bis 60 Sekunden, vorzugsweise alle 45 Sekunden über eine Zeitdauer von jeweils 5 Sekunden, Druck 20 mTorr, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird zunächst von einem Verfahren ausgegangen, wie es aus DE 42 41 045 C1 bekannt ist. In diesem bekannten Verfahren wird eine anisotrope Ätzung von Silizium mittels eines Plasmas, insbesondere mittels eines Mikrowellenplasmas oder eines über eine induktive Plasmaquelle erzeugten Plasmas, vorgenommen, wobei der anisotrope Ätzvorgang in separaten, jeweils alternierend aufeinanderfolgenden Ätz- und Polymerisations- bzw. Passivierschritten getrennt voneinander durchgeführt wird, welche unabhängig voneinander gesteuert sind. Dabei wird während der Polymerisationsschritte auf eine durch eine Ätzmaske definierte laterale Begrenzung von Strukturen ein Polymer aufgebracht, das während der nachfolgenden Ätzschritte jeweils wieder abgetragen wird.

Dazu wird dem Prozeßgas zumindest zeitweilig, insbesondere während der Ätzschritte, SF6 als fluorlieferndes Ätzgas zugesetzt. Während der Polymerisationsschritte wird dem Prozeßgas weiter, insbesondere im Fall einer induktiv gekoppelten Plasmaquelle, Octafluorcyclobutan C_4F_8 oder Hexafluorpropen C_3F_6 als ein teflonbildende Monomere lieferndes Passiviergas zugesetzt. Dieses Passiviergas baut insbesondere auf den Seitenwänden der geätzten Strukturen als passivierendes Material einen teflonartigen Schutzfilm auf, der diese vor einem Ätzangriff durch Fluorradikale schützt.

5

10

15

20

25

30

Dieses in soweit an sich bekannte Verfahren wird erfindungsgemäß dadurch verbessert, daß dem Prozeßgas zusätzlich zumindest zeitweilig Helium in Form von He⁴ oder He³ zugesetzt wird, wobei dieser Zusatz entweder kontinuierlich sowohl während der Dauer der Ätzschritte, als auch während der Dauer der Passivierschritte erfolgt, da Helium als Inertgas die Prozeßchemie in keinster Weise beeinflußt. Durch die Zugabe des Heliums wird in beiden Schritten gewährleistet, daß unerwünschte Aufladungen reduziert und ein schädlicher Ioneneinfall auf die Seitenwände geätzter Strukturen, wie erläutert, permanent unterdrückt oder reduziert wird.

Alternativ kann der Heliumsatz jedoch auch nur während der Ätzschritte oder nur während der Polymerisations- bzw. Passivierschritte erfolgen, d.h. der Heliumfluß wird wie das Ätz- bzw. Passiviergas getaktet, wobei der Einsatz von Helium zweckmäßig speziell während der Ätzschritte zugesetzt wird, da es gerade beim Weiterätzen darauf ankommt, den Aufbau stärkerer Streufelder in den erzeugten Trenchgräben bereits im Entstehen wirksam zu unterdrücken. Bevorzugt wird das Helium in beiden Prozeßschritten durchgehend mit konstantem Gasfluß zugeführt.

Ein geeigneter Heliumgasfluß liegt üblicherweise zwischen 10 und 100 sccm, es sind aber auch kleinere oder insbesondere größere Flüsse möglich, je nach Saugleistung der angeschlossenen Turbomolekularpumpe der Ätzanlage.

Zur Unterstützung des Abtrags des passivierenden Materials vom Ätzgrund kann auch in diesem Fall zumindest zeitweise NF_3 als eine das passivierende Material verzehrende Substanz eingesetzt werden.

- 12 -

Eine bevorzugte Zusammensetzung des Prozeßgases im Fall der Plasmaerzeugung über eine induktiv gekoppelte Plasmaquelle (ICP-Quelle) ist beispielsweise, ausgehend von DE 42 41 045 C1, durch folgende Rezeptur gegeben:

5

10

15

20

25

Passivierschritt:

100 sccm C_3F_6 oder C_4F_8 + 50 sccm He über 5 Sekunden bei 12 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, keine Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Ätzschritt:

130 sccm SF $_6$ + 20 sscm O_2 + 50 sccm He über 9 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Weitere Ausführungsbeispiele für die Prozeßgaszusammensetzung, ausgehend von dem Verfahren gemäß DE 42 41 045 C2, sind gegeben durch die folgenden Rezepturen, bei denen in den Ätzschritten jeweils das fluorliefernde Ätzgas SF $_6$ durch ClF $_3$ oder BrF $_3$ ersetzt ist. Zusätzlich wird dem Prozeßgas in den Ätzschritten als das passivierende Teflonmaterial insbesondere vom Ätzgrund bevorzugt abtragendes Additiv zumindest zeitweise NF $_3$ zugesetzt. Die Verfahrensparameter in den Passivierschritten werden dabei gegenüber dem vorausgehenden Ausführungsbeispiel unverändert beibehalten.

Ätzschritt:

200 sccm ClF₃ + 10 sccm NF₃ + 50 sccm He über 10 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

oder:

5

20

25

Ätzschritt:

200 sccm ClF_3 + 50 sccm He über 10 Sekunden bei 20 mTorr Druck, zusätzlich 30 sccm NF_3 während der ersten 3 Sekunden der Ätzschritte, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Weitere Rezepturen setzen anstelle von NF3 alternativ O2 als das teflonartige, passivierende Material insbesondere vom Ätzgrund bevorzugt abtragende Additiv ein. Da Sauerstoff deutlich weniger aggressiv agiert als die im Plasma erzeugten NF3-Bruchstücke, muß dem Ätzgas zumindest zeitweise ein wesentlich höherer Sauerstofffluß zugesetzt werden.

Der deutlich geringere Sauerstoffanteil, der in einer vorstehenden Rezeptur dem SF6 als Ätzgas zugesetzt worden war, diente dort nur zur Unterdrückung einer Schwefelausscheidung im Abgasbereich. Diese Schwefelausscheidung tritt jedoch bei der Verwendung von ClF3 als Ätzgas nicht auf, so daß der dem ClF3 zumindest vorübergehend zugesetzte Sauerstoffanteil voll für den Abtrag des passivierenden Materials insbesondere vom Ätzgrund zur Verfügung steht. Bei weiter hinsichtlich der Zusammensetzung und der Verfahrensparameter unveränderten Passivierschritten ergibt sich damit als weitere vorteilhafte Rezeptur für die Ätzschritte:

Ätzschritt:

250 sccm ClF_3 + 50 sccm He über 10 Sekunden, zusätzlich 100 sccm O_2 während der ersten 4 Sekunden, Druck 30 mTorr, 1200 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

- 14 -

oder:

5

10

15

20

25

30

Ätzschritt:

200 sccm ClF_3 + 50 sccm He + 50 sccm O_2 über 10 Sekunden, Druck 30 mTorr, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Hinsichtlich weiterer Prozeßparameter sei auf die entsprechenden, bereits aus DE 42 41 045 C1 bekannten Parameter verwiesen, die im übrigen weitgehend beibehalten werden können.

Sofern Wasserstoff als leichtes, leicht ionisierbares Gas dem Prozeßgas zugegeben werden soll, ist dieser Zusatz in einem Verfahren auf Basis der DE 42 41 045 C1 lediglich während der Passivierschritte möglich. Ein Wasserstoffzusatz zum Ätzgas würde mit den freigesetzten Fluorradikalen zu HF reagieren und diese dadurch neutralisieren, d.h. diese Fluorradikale stehen anschließend für eine Ätzreaktion mit Silizium nicht mehr zur Verfügung. Ferner besteht wegen des im Ätzschritt Explosionsgefahr durch Sauerstoffanteils Knallgasbildung im Abgasbereich der Ätzanlage. Schließlich muß der zugegebene Wasserstoff auch im Passiervierschritt in der Passivierchemie berücksichtigt werden. Da das als Passiviergas in dem Prozeßgas zeitweilig, insbesondere während der Passivierschritte, eingesetzte Octafluorcyclobutan C_4F_8 oder Hexafluorpropen C3F6 durch Wasserstoffzusatz an Fluor verarmt, ist es in diesem Fall daher zweckmäßig, auf ein fluorreicheres Passiviergas auszuweichen. Dazu sind vor allem Perfluoralkane wie beispielsweise C2F6, C3F8 oder bevorzugt C4F10 geeignet.

WO 00/67307

Auf diese Weise wird über den Wasserstoffzusatz in den Passivierschritten einerseits ein überschüssiger Fluoranteil unter HF-Bildung gebunden und die gewünschte Polymerisationswirkung erreicht, und andererseits steht stets genügend Wasserstoff für eine Ionisationsreaktion zur Verfügung, um Aufladungserscheinungen zu reduzieren.

In Fall der Wasserstoffzugabe zum Prozeßgas geeignete Prozeßparameter sind beispielsweise, ausgehend von einem Verfahren nach Art der DE 42 41 045 Cl, durch die folgende Rezeptur gegeben, wobei durch geeignete Maßnahmen im Abgasbereich sicherzustellen ist, daß keine Explosionsgefahr entsteht. Dazu ist beispielsweise eine an sich bekannte Vorrichtung zur katalytischen Wasserstoffumsetzung zwischen einer im Abgasbereich eingesetzten Turbomolekularpumpe und einer Drehschieberpumpe vorgesehen.

Passivierschritt:

5

10

15

20

25

30

100 sccm C_4F_{10} + 70 sccm H_2 über 5 Sekunden bei 12 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung der Plasmaquelle, keine Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode.

Ätzschritt:

130 sccm SF_6 + 20 sscm O_2 über 9 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Eine weitere Rezeptur sieht bei gegenüber dem Vorstehenden unveränderten Passivierschritten vor, SF₆ als fluorlieferndes Ätzgas durch BrF₃ zu ersetzen, dem als das passivierende Teflonmaterial insbesondere vom Ätzgrund bevorzugt abtragendes Additiv zumindest zeitweise NF₃ zugesetzt wird.

WO 00/67307

- 16 -

Ätzschritt:

5

10

15

20

25

30

150 sccm BrF_3 + 50 sccm Ar oder Helium (als inertes Trägergas) + 10 sccm NF_3 über 10 Sekunden, 25 mTorr Druck, 1500 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

PCT/DE00/00821

Durch die durch die Helium- oder Wasserstoffzugabe erreichte Unterdrückung von Profilabweichungen ist es im übrigen ohne weiteres zusätzlich möglich, nun höhere Siliziumätzraten zu erreichen, indem die Leistungsparameter des eingesetzten Plasmaätzprozesses, insbesondere der Plasmaquelle, beispielsweise von 800 Watt auf bis zu 3000 Watt hochskaliert werden.

Durch den erfindungsgemäßen Prozeßgaszusatz von insbesondere He oder H_2 wird schließlich auch die Selektivität zwischen dem Seitenwandpolymerfilmabtrag und Ätzgrundpolymerabtrag während der Ätzschritte dahingehend verbessert, daß der Ätzgrundpolymerabtrag beschleunigt und der Seitenwandpolymerfilmabtrag reduziert wird. Dies ist eine Folge der bevorzugten Ablenkung leichter Ionen zur Seitenwand, während schwere Ionen ungehindert den Ätzgrund erreichen.

Die Zugabe des leichten und leicht zu ionisierenden Gases wie H_2 , Ne oder bevorzugt He wird umso wirksamer, je niedriger die Frequenz der Substratelektrodenspannung an der Substratelektrode ist, da die leichten Ionen aufgrund ihrer geringeren Trägheit zunehmend der elektrischen Feldvariation folgen können. Das Anlegen einer hochfrequenten Substratelektrodenspannung über einen Substratspannungsgenerator (Bias Power) an das zu ätzende Substrat ist an sich bekannt und dient üblicherweise zur Beschleunigung von im Plasma erzeugten Ionen auf das Substrat.

5

Im erläuterten Beispiel wird die eingesetzte hochfrequente Substratspannung dazu in ihrer Frequenz beispielsweise von üblichen 13,56 MHz auf weniger als 2 MHz verringert. Damit wirkt sich der Massenunterschied des leichten Gasbestandteils im Vergleich zu den übrigen Bestandteilen des Ätzgases besonders stark aus.

- 18 -

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens zumindest auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweise ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe ClF3, BrF3 oder IF5 enthält.

20

25

- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF4, C_4F_8 , C_3F_6 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO, NO_x , CO_2 , Ar, NO_2 oder N_2 zugesetzt wird.
- 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein teflonar-

WO 00/67307

PCT/DE00/00821

tiges Material, verzehrendes Additiv, insbesondere CHF $_3$, CF $_4$, C $_2$ F $_6$, C $_3$ F $_6$, C $_4$ F $_8$, C $_4$ F $_{10}$, C $_3$ F $_8$, ein Fluoralkan oder NF $_3$ zugesetzt wird.

- 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht zu ionisierendes Gas, insbesondere H₂, He oder Ne, zugesetzt wird.
- 10 6. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens zumindest auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material, insbesondere SiO2 oder ein teflonartiges Material, verzehrendes Additiv NF3 zugesetzt wird.

20

25

- 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe SF_6 , ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 enthält.
 - 8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF4, C_4F_8 , C_3F_6 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.
 - 9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas,

ausgewählt aus der Gruppe $\mathrm{O_2}$, $\mathrm{N_2O}$, NO , NO_{x} , $\mathrm{CO_2}$, Ar , $\mathrm{NO_2}$ oder N_2 zugesetzt wird.

Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, 10. daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht zu ionisierendes Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne, zugesetzt wird.

- Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotro-11. pen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem 10 Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und 15 leicht ionisierbares Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne, zugesetzt wird.
- Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, 12. daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein fluorlieferndes 20 Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe SF_6 , ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 enthält.
- Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, 13. daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das 25 passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF4, C_4F_8 , C_3F_6 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.
- Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, 30 14. daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO, NO_x , CO_2 , Ar, NO_2 oder N2 zugesetzt wird.

- 21 -

15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein teflonartiges Material verzehrendes Additiv, insbesondere CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 , C_3F_6 , C_4F_8 , C_4F_{10} , C_3F_8 , ein Fluoralkan oder NF_3 zugesetzt wird.

5

10

15

20

- 16. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweise ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe ClF₃, BrF₃ oder IF₅ enthält, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material verzehrendes Additiv NF₃ zugesetzt wird, und daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht ionisierbares Gas, insbesondere H₂, He oder Ne, zugesetzt wird.
- 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material bildendes Gas, ausgewählt aus der Gruppe SiF₄, C_4F_8 , C_3F_6 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.
- 18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO, NO_x , CO_2 , Ar, NO_2 oder N_2 zugesetzt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ir. iational Application No PCT/DE 00/00821

A CLASSI	FOATION OF SUP A STATE OF SUPERIOR OF SUPE					
A. CLASSI IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER H01L21/3065					
According to	o International Patent Classification (IPC) or to both national classif	ication and IPC				
B. FIELDS	SEARCHED					
Minimum do IPC 7	ocumentation searched (classification system followed by classification https://doi.org/10.1001/10.0000/10.0000000000000000000	ation symbols)				
Documenta	tion searched other than minimum documentation to the extent that	such documents are included in the fields a	searched			
Electronic d	lata base consulted during the international search (name of data b	and when a significant to see the				
1	ternal, PAJ, WPI Data, INSPEC	жаев ани, мнете ртасисат, зеатот тепно цое	a)			
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT					
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the re	elevant passages	Relevant to daim No.			
χ	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN		1-6,			
	vol. 1996, no. 09, 30 September 1996 (1996-09-30) & JP 08 134651 A (MORI YUZO;CENT	DAI GLACC	10-12,15			
	CO LTD), 28 May 1996 (1996-05-28	KAL GLASS				
Υ	abstract	8				
	500 Miles					
Υ	EP 0 200 951 A (IBM)		8			
Α	12 November 1986 (1986-11-12)					
<i>*</i>	17					
		-/				
ĺ		•				
	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed	in annex.			
° Special ca	tegories of cited documents:	"T" later document published after the inte	motional filing date			
"A" docume	ant defining the general state of the art which is not	or priority date and not in conflict with cited to understand the principle or the	the application but			
"E" earlier d	lered to be of particular relevance focument but published on or after the international	invention				
filing d	late ont which may throw doubts on priority, claim(e) or	"X" document of particular relevance; the c cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the do-	be considered to			
which	is cited to establish the publication date of another or other special reason (as specified)	involve an inventive step when the do "Y" document of particular relevance; the c	laimed invention			
O docume other n	ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or	document is combined with one or mo	ventive step when the are other such docu-			
"P" docume	nears and published prior to the international filling date but and the priority date claimed	ments, such combination being obvious in the art. "&" document member of the same patent.	us to a person skilled			
Date of the a	actual completion of the international search	Date of mailing of the international sea	rich report			
1	4 September 2000	26/09/2000	·			
Name and m	nailing address of the ISA	Authorized officer				
	European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL 2280 HV Rijswijk					
	Tel. (+31-70) 340-2040, Тх. 31 651 еро пі, Fax: (+31-70) 340-3016	Giordani, S				
	Fax. (+31-70) 340-3016					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In .ational Application No PCT/DE 00/00821

loading effect and silicon etching in CIF/sub 3/ and related mixtures"	(Continua	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
loading effect and silicon etching in CTF/sub 3/ and related mixtures" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, DEC. 1982, USA, vol. 129, no. 12, pages 2755-2760, XP00039284 ISSN: 0013-4651 the whole document US 5 047 115 A (CHARLET BARBARA ET AL) 10 September 1991 (1991-09-10) 10 September 1991 (1991-09-10) 11 September 1991 (1991-09-10) 12 February 1991 (1991-02-27) 13 Column 2, line 54 -column 3, line 22 EP 0 414 372 A (SONY CORP) 15 February 1991 (1991-02-27) 17 Column 1, line 41 -column 2, line 16 18 Column 3, line 9 - line 42 US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 18 August 1989 (1989-08-08) 19 Column 8, line 40 -column 9, line 64 US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17 October 1995 (1995-10-17) 17 Column 2, line 38 -column 3, line 10 18 claims 1-12 US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 19 February 1988 (1988-02-23) 19 Column 5, line 30 - line 48 DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) 19 Cited in the application 19 Cited in the application 10 Cited in the application 11 Cited in the application	egory °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
the whole document US 5 047 115 A (CHARLET BARBARA ET AL) 10 September 1991 (1991-09-10) (Column 2, line 54 -column 3, line 22 EP 0 414 372 A (SONY CORP) 27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 41 -column 2, line 16 column 3, line 9 - line 42 US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 8 August 1989 (1989-08-08) Column 8, line 40 -column 9, line 64 US 5 458 734 A (TSUKANOTO HIRONOBU) 17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10 claims 1-12 A US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48 A DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-1		loading effect and silicon etching in ClF/sub 3/ and related mixtures" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, DEC. 1982, USA, vol. 129, no. 12, pages 2755-2760, XP000939284	1
10 September 1991 (1991-09-10) (1		16,18
Column 2, line 54 -column 3, line 22	X		9-12,14, 15
27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 41 -column 2, line 16 column 3, line 9 - line 42 A US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 8 August 1989 (1989-08-08) A US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10 claims 1-12 A US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48 A DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-18 1-1	Y	column 2, line 54 -column 3, line 22	16,18
8 August 1989 (1989-08-08) column 8, line 40 -column 9, line 64 A US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10 claims 1-12 A US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48 A DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 1-18 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application	X	27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 41 -column 2, line 16	1,3
Column 8, line 40 -column 9, line 64	A		7,9,11,
17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10 claims 1-12 A US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48 A DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application		column 8, line 40 -column 9, line 64	17 10
23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48 A DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application	A	17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10	1–18
27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document A US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application	A	23 February 1988 (1988-02-23)	1–18
12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application	Α	27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application	1-18
	A	12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

in .ational Application No PCT/DE 00/00821

		T	1.07/10	
Patent document ited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08134651	A	28-05-1996	NONE	
EP 0200951	A	12-11-1986	CA 1260365 A	26-09-1989
			DE 3689342 D	13-01-1994
			DE 3689342 T	19-05-1994
			JP 1903479 C	08-02-1995
			JP 6026200 B	06-04-1994
			JP 61256728 A	14-11-1986
			US 4741799 A	03-05-1988
US 5047115	Α	10-09-1991	FR 2616030 A	02-12-1988
			DE 3873337 A	03-09-1992
			DE 3873337 T	11-02-1993
			EP 0359777 A	28-03-1990
			WO 8809830 A	15-12-1988
EP 0414372	 А	27-02-1991	JP 3053912 A	07-03-1991
			US 5078833 A	07-01-1992
			KR 177927 B	15-04-1999
US 4855017	Α	08-08-1989	US 4702795 A	27-10-1987
			JP 4211163 A	03-08-1992
			JP 6038406 B	18-05-1994
			JP 62042445 A	24-02-1987
			US 4784720 A	15-11-1988
			US 4916511 A	10-04-1990
			US 5010378 A	23-04-1991
			US 4984039 A	08-01-1991
			US 4690729 A	01-09-1987
US 5458734	Α	17-10-1995	JP 3024317 B	21-03-2000
	~ ····		JP 5121379 A	18-05-1993
US 4726879	Α	23-02-1988	EP 0256311 A	24-02-1988
			JP 2010491 C	02-02-1996
			JP 7044175 B	15-05-1995
			JP 63065625 A	24-03-1988
DE 19706682	Α	27-08-1998	WO 9837577 A	27-08-1998
			EP 0894338 A	03-02-1999
			JP 2000509915 T	02-08-2000
US 5498312	Α	12-03-1996	DE 4317623 A	01-12-1994
			FR 2705694 A	02-12-1994
			JP 6349784 A	22-12-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/00821

			101702 007000	C.1		
A. KLASSII IPK 7	Fizierung des anmeldungsgegenstandes H01L21/3065					
Nach der Int	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Kla	ssifikation und der IPK				
B. RECHE	RCHIERTE GEBIETE					
Recherchier IPK 7	ter Mindestprüfstoff (Massifikationssystem und Massifikationssymb H01L	ole)				
	te aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, s					
i .	rintemationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (N ternal, PAJ, WPI Data, INSPEC	Name der Datenbank ui	nd evti. verwendete Suchbe	griffe)		
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategorie®	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angab	e der in Betracht komm	enden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
Χ	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 09, 30. September 1996 (1996-09-30) & JP 08 134651 A (MORI YUZO;CENTF CO LTD), 28. Mai 1996 (1996-05-28			1-6, 10-12,15		
Y						
Υ	EP 0 200 951 A (IBM) 12. November 1986 (1986-11-12)			8		
Α	Spalte 3, Zeile 42 -Spalte 4, Zei	ile 8		17		
		,				
	-	-/				
X Weit	ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu ehmen	X Siehe Anhang	Patentfamilie			
"A" Veröffer aber n "E" älteres Anmel	e Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : ntlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, Icht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen dedatum veröffentlicht worden ist ntlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-	Anmeldung nicht ko Erfindung zugrunde Theorie angegeben "X" Veröffentlichung vor	hung, die nach dem internat datum veröffentlicht worden bildiert, sondern nur zum V kliegenden Prinzips oder dei n ist n besonderer Bedeutung; di d dieser Veröffentlichung ni	i ist und mit der erständnis des der r ihr zugrundeliegenden e beanspruchte Erfindung		
schein andere soll od ausge	ien zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer en im Recherchenbericht genarnten Veröffentlichung belegt werden ler die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie führt)	erfinderischer Tätig "Y" Veröffentlichung vor kann nicht als auf e	lealt bam shamel bateachters	orden e beanspruchte Erfindung nend betrachtet		
"P" Veröffer	ntlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, errutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht ntlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach eanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	Veröffentlichungen diese Verbindung fü	dieser Kategorie in Verbind ir einen Fachmann nahelieg Mitglied derselben Patentfi	ung gebracht wird und gend ist		
Datum des	Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des	internationalen Rechercher	nberichts		
1	4. September 2000	26/09/2	000			
Name und F	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2	Bevollmächtigter B	ediensteter			
	NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Giordan	i, \$			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

in. ationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/00821

C.(Fortsetz	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Х	FLAMM D L ET AL: "Multiple-etchant loading effect and silicon etching in C1F/sub 3/ and related mixtures" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, DEC. 1982, USA, Bd. 129, Nr. 12, Seiten 2755-2760, XP000939284	1
Υ	ISSN: 0013-4651 das ganze Dokument	16,18
X	US 5 047 115 A (CHARLET BARBARA ET AL) 10. September 1991 (1991-09-10)	6,7, 9-12,14, 15
Ý	Spalte 2, Zeile 54 -Spalte 3, Zeile 22	16,18
X	EP 0 414 372 A (SONY CORP) 27. Februar 1991 (1991-02-27) Spalte 1, Zeile 41 -Spalte 2, Zeile 16 Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 42	1,3
A	US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 8. August 1989 (1989-08-08)	1,3,4,6, 7,9,11, 14-16
	Spalte 8, Zeile 40 -Spalte 9, Zeile 64	14 10
A	US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17. Oktober 1995 (1995-10-17) Spalte 2, Zeile 38 -Spalte 3, Zeile 10 Ansprüche 1-12	1-18
A	US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23. Februar 1988 (1988-02-23) Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 48	1-18
A	DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. August 1998 (1998-08-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1–18
Α	US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12. März 1996 (1996-03-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In. .itionales Aktenzeichen
PCT/DE 00/00821

Im Recherchenbericht ingeführtes Patentdokumer	nt	Datum der Veröffentlichung		Aitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 08134651	A	28-05-1996	KEI	NE	
EP 0200951	A	12-11-1986	CA DE DE JP JP	1260365 A 3689342 D 3689342 T 1903479 C 6026200 B	26-09-1989 13-01-1994 19-05-1994 08-02-1995 06-04-1994
men bred half like was two high-pull has his high pull hale two			JP US	61256728 A 4741799 A	14-11-1986 03-05-1988
US 5047115	Α	10-09-1991	FR DE DE EP WO	2616030 A 3873337 A 3873337 T 0359777 A 8809830 A	02-12-1988 03-09-1992 11-02-1993 28-03-1990 15-12-1988
EP 0414372	A	27-02-1991	JP US KR	3053912 A 5078833 A 177927 B	07-03-1991 07-01-1992 15-04-1999
US 4855017	A	08-08-1989	US JP JP US US US US	4702795 A 4211163 A 6038406 B 62042445 A 4784720 A 4916511 A 5010378 A 4984039 A 4690729 A	27-10-1987 03-08-1992 18-05-1994 24-02-1987 15-11-1988 10-04-1990 23-04-1991 08-01-1991 01-09-1987
US 5458734	A	17-10-1995	JP JP	3024317 B 5121379 A	21-03-2000 18-05-1993
US 4726879	Α	23-02-1988	EP JP JP JP	0256311 A 2010491 C 7044175 B 63065625 A	24-02-1988 02-02-1996 15-05-1995 24-03-1988
DE 19706682	A	27-08-1998	WO EP JP	9837577 A 0894338 A 2000509915 T	27-08-1998 03-02-1999 02-08-2000
US 5498312	A	12-03-1996	DE FR JP	4317623 A 2705694 A 6349784 A	01-12-1994 02-12-1994 22-12-1994